



Dkt. 03151

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of:

Group Art Unit: 2811

MASAKI SANO

Serial No.: 10/648,224

Filed: August 27, 2003

For: LIGHT EMITTING DIODE DEVICE

PRIORITY DOCUMENT

Honorable Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, Virginia 22313-1450

Sir:

Attached is a certified copy of Japanese Patent Application 2002-249934, filed August 29, 2002, upon which Convention priority is claimed in the above application.

It is respectfully requested that receipt of this priority document be acknowledged.

Respectfully submitted,

Ira J. Schultz
Registration No. 28666

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2002年 8月29日
Date of Application:

出願番号 特願2002-249934
Application Number:

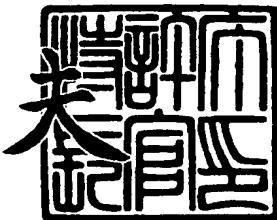
[ST. 10/C] : [JP2002-249934]

出願人 株式会社シチズン電子
Applicant(s):

2003年 8月26日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康



【書類名】 特許願

【整理番号】 CEP02087

【あて先】 特許庁長官 及川 耕造 殿

【国際特許分類】 H01L 33/00

【発明者】

【住所又は居所】 山梨県富士吉田市上暮地1丁目23番1号 株式会社シ
チズン電子内

【氏名】 佐野 正樹

【特許出願人】

【識別番号】 000131430

【氏名又は名称】 株式会社シチズン電子

【代表者】 枠澤 敬

【代理人】

【識別番号】 100085280

【氏名又は名称】 高宗 寛暁

【電話番号】 03-5386-4581

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 040589

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0001928

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 発光ダイオードおよびその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 発光ダイオード素子と、該発光ダイオード素子を被覆し少なくとも蛍光体を含有する被覆部材とを有する発光ダイオードにおいて、当該被覆部材が染色により着色されていることを特徴とする発光ダイオード。

【請求項 2】 前記被覆部材の着色により発光ダイオードの発光の色度が所望の色度となるように補正されることを特徴とする請求項 1 に記載の発光ダイオード。

【請求項 3】 発光ダイオード素子と、該発光ダイオード素子を被覆し少なくとも蛍光体を含有する被覆部材とを有する発光ダイオードの製造方法において、該被覆部材形成後に染料溶液によりその被覆部材を染色し、発光の色度を補正することを特徴とする発光ダイオードの製造方法。

【請求項 4】 発光ダイオードの色度を分類した後、所望の色度に入らない発光ダイオードを、浸透性のある有機溶剤または温水中に染料を適切な濃度で溶解または分散させてなる染料液に浸漬し、攪拌し、乾燥することにより、当該発光ダイオードを染色し、これにより不要な発光色成分を弱めることで、所望の色度に入るように発光ダイオードの発光色度の補正を行うことを特徴とする請求項 3 に記載の発光ダイオードの製造方法。

【請求項 5】 発光ダイオードの前記色度分類のランクに対応して、前記染料の濃度、染色温度および染色時間の中の少なくとも 1 つを設定することを特徴とする請求項 4 に記載の発光ダイオードの製造方法。

【請求項 6】 前記被覆部材の少なくとも表面が染色されていることを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の発光ダイオード。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は発光ダイオード特に白色発光ダイオード又は中間色の発光ダイオードおよびこれら発光ダイオードの製造方法に関する。

【0002】**【従来の技術】**

近年、ブック型のワードプロセッサやコンピュータ、又は携帯電話機、携帯TVのような小型、薄型の情報機器の表示装置として、薄型でしかも見易い照明機構を有する液晶等の表示装置が用いられている。かかる表示装置の照明手段としては発光源と光路変換部材を有する面状光源（バックライトユニット、フロントライトユニット等）が従来より知られている。このような面状光源に使用する前記発光源としては、蛍光ランプ、発光ダイオードが従来、使用されてきた。この中で近年は更なる小型化、薄型化と長寿命化を目的として、発光源として発光ダイオードを用いたものが多く使用されるようになってきている。

【0003】

かかる面状光源により表示装置のパネル等に対し白色の照明をしようとするときは、発光ダイオードの場合は、R, G, Bの3種類の発光ダイオードを同時点灯、又は時分割点灯して白色光を合成することが一般的であった。ところが、更に最近は、単独で白色またはこれに近い光を発光する白色発光ダイオードが開発され、利用できるようになってきた

。このような白色発光ダイオードを用いることにより、小型で簡単な構成で白色照明またはこれに近い色の照明を目的とする液晶表示用バックライトまたは液晶表示用フロントライトを形成することが可能となった。又最近は、1個で中間色も含め所望の色度の発光をすることができる発光ダイオードも開発されカラー照明に利用されている。

【0004】

図11は従来の白色発光ダイオードの一例の構成を示す図であり、(a)は斜視図、(b)は断面図、(c)は原理説明図である。図11において101は白色発光ダイオードである。101はガラス纖維入りのエポキシ樹脂よりなる素子基板であり、102、103はそれぞれ前記素子基板101の上面から側面を経てその下面にかけて形成されたカソード用電極およびアノード用電極である。105は青色発光又は紫外線発光をする発光ダイオード素子であり、そのカソード側を下にして、導電性接着剤104を介してダイボンディングにより、前記カソ

ード用電極102に固着されている。発光ダイオード素子105のアノード側はワイヤーボンディングにより、Auよりなるボンデイグワイヤー106を介して前記アノード用電極103に接続されている。107はボンデイグワイヤー106および発光ダイオード素子105を被覆して保護する被覆部材である。図10(b)に示す108は黄色あるいはR、B、Gの3原色の蛍光を発する蛍光体であり、これをモールド樹脂110に混練して成形することにより、前記被覆部材107が形成される。なお、これらの部材により形成される白色発光ダイオード120はガラス纖維入りのエポキシ樹脂基板の大板の上に複数個を形成した後、ダイシングで1個ごとにカットし、分割してなるものである。

【0005】

図11に示す白色発光ダイオード120において、発光ダイオード素子105に所定の電流が供給されて青色発光又は紫外線発光すると、図11(c)に示すように、その発光s(実線)の一部は蛍光体108に吸収されて黄色あるいはR、B、Gの3原色緑色の励起光s1(点線)を発する。この励起光s1および青色発光又は紫外線の発光sが白色発光ダイオード120の出射光として被覆部材107の外部に出射する。すなわち、白色発光ダイオード120の色度はこれら各種の出射光の合成された色度となる。かかる白色発光ダイオード120の色度は、発光ダイオード素子105の青色光(又は紫外線)の強度と蛍光体108の励起光の黄色又は3原色の強度の比率により変化するが、これらを適切に設定することができれば理論的には白色又はその近傍において、所望の色度を得ることができる。しかし実際には、発光ダイオード素子205の波長および発光強度は、製造条件の不可避な変動によりバラつき、蛍光体208の励起光の波長成分およびその強度も、蛍光体208の製造条件、モールド樹脂210への混練の状態の不可避な変動によりバラつく。

【0006】

図12は白色に限らず所望の色度の発光を目的とした発光ダイオードの構造を示す断面図である。図12に示す発光ダイオード130は、モールド樹脂110に蛍光体108の他に色フィルタとして着色剤109と一緒に混練することにより、あらゆる色相、色純度の発光ダイオードを実現することを目的とするもので

ある。その原理は、発光ダイオード素子105から直接に着色剤109に入射する光及び一旦蛍光体108に入射した光により励起されて2次光として着色剤109に入射する光に対し、着色剤109の作用により、不要な発光色成分を弱めることにより、所望の色度の発光となるように色度補正を行うものである。

【0007】

図13は上記した白色発光ダイオードの発光源を持ち、パネルのカラー表示用の白色照明を目的とした従来の液晶表示用バックライトユニットの構成を示す図であり、(a)は斜視図、(b)は断面図である。図13において、140はバックライトユニットであり、120は図11に示した白色発光ダイオード、142は導光板、143は拡散板、144はPyプリズムシート、145はPxプリズムシート、146は反射板、147はカラー表示用の透過型もしくは半透過型の液晶表示板であり、図示しないカラーフィルタを有している。導光板142は無色透明なプラスチック材等の透光部材よりなり板状で略直方体形状をしている。142a、142bはそれぞれ導光板142の上面および下面であり、上面142aは平滑な面であり、下面142bは後述する乱反射面となっている。142cは導光板142の入光側面である。白色発光ダイオード120はLED基板120bに保持されて、導光板142の入光側面142cに対向する位置に配置され、導光板142の上方には拡散板143、Pyプリズムシート144、Pxプリズムシート145が順次重ねて配置される。反射シート146は導光板142の下面142bに対向、近接して配置される。白色発光ダイオード120の発光は導光板142の側面142cから入射し、導光板142の上面142aと下面142bの間で反射を繰り返しながらその内部を伝播し、その間に平滑な上面142aから(上方に)出射する。下面142bはシボ又は細かな凹凸を有する乱反射面となっており、光を種々の方向に拡散できるようになっている。反射板146は乱反射面である下面142bから外部に出ようとする光を反射させて内部に戻し、光の利用効率を上げる。

【0008】

導光板142の上面142aからの出射光は拡散板143に達し、ここで光の方向が中程度に絞りこまれる。更に、Pyプリズムシート144によりy方向の

角度が絞りこまれ、P x プリズムシート 145 により x 方向の角度が絞りこまれ、最終的には出射光を略 z 方向に揃える。この z 方向に揃った光線が、図示しないカラーフィルタを有する透過型もしくは半透過型の液晶表示板（又は液晶パネル）147 を背後から照明する。なお、照明する面内の輝度の均一性を確保するために、上記導光板の下面 142b に設けたシボ等の粗さ、凹凸の形状、密度を場所により変えたりする。このようにして、液晶を透過する光の状態を理想的なものとし、鮮明で S/N の高い表示を可能とする。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】

このようにして、図 13 に示して説明した小型・薄型のバックライト 140 により、カラー液晶表示の照明を目的とした液晶表示板（液晶パネル）の照明がなされる。しかしながら、上記のバックライト等の従来の液晶表示用の照明手段においては、以下に述べるような問題点がある。即ち、上記のような透過型もしくは半透過型の液晶表示板 147 は、カラー表示のために、その内部に図示しないカラーフィルタを有しているが、カラーフィルタの特性が各メーカーごとに異なっている。一方、液晶パネルの表示する画像の色度はカラーフィルタの特性（透過率の波長特性）と照明光の色度即ち発光源である白色発光ダイオード（120）の色度に依存して定まる。例えば、カラーフィルタの特性の R、G、B の色バランスが完全にとれている場合には、白色発光ダイオードの色度が完全に白色であれば、カラー信号が白色のときは、液晶表示板の表示色は白色となる。しかし一般には液晶表示板におけるカラーフィルタの色バランスはメーカーごとに若干ずれているので、これに対応して表示色を白色とするには白色発光ダイオードの色度を白色から若干ずれて、カラーフィルタと補色関係にある所定の色度の範囲内となるように管理する必要がある。（又はカラーフィルタの色バランスがずれていなくても、メーカーの好みにより、白色発光ダイオードの色度として白色から若干ずれた色度が要求されることもある。）

【0010】

上記の関係を色度図を用いて説明する。図 14 は白色発光ダイオード 120 発光等の色度を示す CIE 色度図である。ここで、x は R の割合を、y は G の割合

を示す。そして、図には示していないが、 z をBの割合としたとき、常に

$$x + y + z = 1 \dots \dots \quad (1)$$

の関係があるとしている。（ c_0 はR, G, Bの成分比が1:1; 1である色度の点を示し、この場合、座標は略 $x = 0.33$, $y = 0.33$, ($z = 0.33$)となっている。）図14において、 b_0 は白色発光ダイオードの目標色度の座標点であり、Bはその許容範囲である。 b_0 の座標は $x = 0.313$ $y = 0.308$ である。ここで d_0 は液晶表示板のカラーフィルタの波長透過率の色度点であり、その座標は $x = 0.352$ $y = 0.357$ であり、前記の発光ダイオードの目標色度 b_0 と補色関係にある。Dは d_0 の近傍のバラツキの範囲を示す。

【0011】

すなわち、もし、白色発光ダイオード120の色度が b_0 で示される色度点またはBで示される許容範囲にあれば、白色発光ダイオード120からの光が、液晶表示板（液晶パネル）147内の d_0 又はDの範囲の色度のカラーフィルタ（図示しない）を透過することにより、 c_0 で示される白色光を基準とする色度の光に補正されて液晶表示板から出射し、照明がなされることにより、液晶パネルの所望の白色表示およびカラー表示を行うことができる。

【0012】

しかし、上記の方法で図11に示す白色発光ダイオード120を製造した場合には、すでに説明したように、発光ダイオード素子105の発光波長や発光強度のばらつき、モールド樹脂110、蛍光体108の比重差により被覆部107内の分布構造が一定に保てないことが原因となって発光の色度がばらつく。この結果、発光ダイオードの製品の色度の平均値が所望の色度からずれるとともに、色度のばらつきも大きく、ロット内で大きな色度分布となる。よって、歩留まりが低く、良品を選別するための色度分類、収率確保に多大な労力を要する。又、図13に示すように白色発光ダイオードを複数個用いるバックライトユニット等の照明装置においては、個々の発光ダイオードの色度がずれることにより、装置内に色むらを生ずる。

【0013】

一例をあげれば、図14の色度図において、 $x = 0.313$ $y = 0.308$ の色度 b_0 を目標として、従来の方法により白色発光ダイオードを製造した場合、実際の製品の色度座標は、平均値が $x = 0.295$ $y = 0.290$ で、そのばらつきは $\sigma x = 0.015$ $\sigma y = 0.01$ ($N = 10K$) となつた。

図14の点 f_0 は実際の製品の色度の上記の平均値を示し、領域Fはその色度のバラツキの範囲を示す。この図からしても、実際の製品の色度の領域Fの中で、上記のBで示す所望の色度の領域に入るのはごく一部に過ぎない。よって、実際の製品を選別して使用したとしても、Bの領域に入り、照明装置の光源として使用できるのはごく一部であり、大部分は不良品となり、対象とされる液晶示板には使用できることとなる。又、次善の手段として、カラーフィルタ特性の異なる他の液晶パネルに使用することも考えられるが、この場合も許容される色度の範囲が限られるので、前記領域Fのかなりの部分が、結局は利用できず、どこにも利用できない不良品の白色発光ダイオードが多く残り、歩留まりの低下、選別等による実質的な製造コストの増加を招く。

【0014】

そして、このような色度のばらつきを従来の製造方法の工程内で改善することは、すでに説明した理由により困難である。なお、発光ダイオードにおける色度のばらつきは、図11に示すような白色発光ダイオード120に限るものではない。すなわち、図12に示すような一般的な色度を目的とした発光ダイオード130においても、発光ダイオード素子105の発光波長のばらつきの他に、モールド樹脂110、蛍光体108、着色剤1009の比重差により、組成比が一定に保てないことが理由となって、従来の方法により製造されたこの発光ダイオード130の色度が大きくばらつき所望の色度に入れることができないという問題があり、このようなばらつきを従来の工程内で改善することは同様に困難である。

【0015】

そこで、本発明は上記した従来の白色発光ダイオード等の発光ダイオードにおいて、その製品の色度のばらつきが大であるため、所望の色度のものを得ること

が困難であるという前記の問題を改善することを課題とするものである。

【0016】

【課題を解決するための手段】

上記の課題を解決するためにその第1の手段として本発明は、発光ダイオード素子と、該発光ダイオード素子を被覆し少なくとも蛍光体を含有する被覆部材とを有する発光ダイオードにおいて、当該被覆部材が染色により着色されていることを特徴とする。

【0017】

上記の課題を解決するためにその第2の手段として本発明は、前記第1の手段において

、前記被覆部材の着色により発光ダイオードの発光の色度が所望の色度となるように補正されることを特徴とする。

【0018】

上記の課題を解決するためにその第3の手段として本発明は、発光ダイオード素子と、該発光ダイオード素子を被覆し少なくとも蛍光体を含有する被覆部材とを有する発光ダイオードの製造方法において、該被覆部材形成後に染料溶液によりその被覆部材を染色し、発光の色度を補正することを特徴とする。

【0019】

上記の課題を解決するためにその第4の手段として本発明は、前記第3の手段において、

発光ダイオードの色度を分類した後、所望の色度に入らない発光ダイオードを、浸透性のある有機溶剤または温水中に染料を適切な濃度で溶解または分散させてなる染料液に浸漬し、攪拌し、乾燥することにより、当該発光ダイオードを染色し、これにより不要な発光色成分を弱めることで、所望の色度に入るよう発光ダイオードの発光色度の補正を行うことを特徴とする。

【0020】

上記の課題を解決するためにその第5の手段として本発明は、前記第4の手段において、

発光ダイオードの前記色度分類のランクに対応して、前記染料の濃度、染色温度

および染色時間の中の少なくとも1つを設定することを特徴とする。

【0021】

上記の課題を解決するためにその第6の手段として本発明は、前記第1の手段又は第2の手段に係る発光ダイオードにおいて、前記被覆部材の少なくとも表面が染色されていることを特徴とする。

【0022】

【発明の実施の形態】

以下に、図面に基づいて本発明の第1実施形態につき図面を用いて説明する。

図1は本発明に係る発光ダイオード21の構成を示す図であり、(a)は斜視図、(b)は断面図である。図2は従来の白色発光ダイオード図20の構成を示す図である。本発明に係る発光ダイオード21(図1)は従来の白色発光ダイオード20(図2)を染色して、発光の色度補正をしたものであるが、本第1実施形態においては発光ダイオード21は白色発光を目的とし、白色発光ダイオードの範疇に入るものとなっている。図1において、1はガラス繊維入りのエポキシ樹脂よりなる素子基板であり、2、3はそれぞれ前記素子基板1の上面から側面を経てその下面にかけて形成されたカソード用電極およびアノード用電極である。5は青色発光又は紫外線発光をする発光ダイオード素子であり、そのカソード側を下にして、導電性接着剤4を介してダイボンディングにより、前記カソード用電極2に固着されている。発光ダイオード素子5のアノード側はワイヤーボンディングにより、Auよりなるボンディングワイヤー6を介して前記アノード用電極3に接続されている。7はボンディングワイヤー6および発光ダイオード素子5を被覆して保護する被覆部材である。図1(b)に示す8は黄色あるいはR、B、Gの3原色の蛍光を発する蛍光体であり、これを母材であるモールド樹脂10に混練して成形することにより、前記被覆部材7が形成される。11は被覆部材7の表面からその近傍にかけて、後述する方法により、染料が浸透して形成された染色層である。

【0023】

以下に、本第1実施形態に係る発光ダイオードの製造方法につき、図面を用いて説明する。この製造方法は大別すれば、①従来と同様の方法により従来と同様

の白色発光ダイオードを製造する工程と、②このようにして製造された白色発光ダイオードをその発光の色度により分類し、クラス分けし、所望の色度からズレているものをピックアップする工程と、③ピックアップされた白色発光ダイオードを染料液に浸漬して染色することにより、前記被覆部材7の表面から染料を浸透させて染色層11を形成し、不用な発光色成分を弱めることでその発光色度の補正を行う工程とよりなる。以下にこれらの工程につき、順次に詳しく説明する。

【0024】

図2は最終的に図1に示す本発明に係る白色発光ダイオード21を製作するために、上記①の工程として製作された従来の白色発光ダイオード20の構成を示す断面図である。この白色発光ダイオード20の構成は前記の発光ダイオード21から染色層11を除いた構成となっており、白色発光ダイオード20自体は従来の公知の製造方法により製作される。すなわち、ガラス纖維入りのエポキシ樹脂よりなる素子基板1を準備し、公知のメタライジングの方法により、素子基板1の上面から側面を経てその下面にかけて、カソード用電極2およびアノード用電極3を形成する。次に、青色発光又は紫外線発光をする発光ダイオード素子5を、そのカソード側を下にして、導電性接着剤4を介してダイボンディングにより、前記カソード用電極2に固着する。次に、発光ダイオード素子5のアノード側をワイヤーボンディングにより、Auよりなるボンディングワイヤー6を介して前記アノード用電極3に接続する。このようにして発光ダイオード素子5を実装した後に、透光性を有するモールド樹脂10を母材とし、これに黄色あるいはR、B、Gの3原色の蛍光を発する蛍光体8を混練した状態で、前記の発光ダイオード素子5およびボンディングワイヤー6を被覆、保護するようにして、モールド成形加工により、被覆部材7を形成し、従来の白色発光ダイオード20を製作する。この場合、従来技術としてすでに説明したように、白色発光ダイオード20はガラス纖維入りのエポキシ樹脂基板の大板の上に複数個を形成した後、ダイシングで1個ごとにカットし、分割してなるものである。

【0025】

次に上記②の工程として、工程①で製作された上記白色発光ダイオード20の

色度を測定し、分類を行う。図3 発光ダイオードの色度を示す色度図である。図3において色度点c2は前記発光ダイオード20の測定された色度の平均値の色度の座標を示し、

$x = 0.295$ $y = 0.290$ となっている。そしてこの白色発光ダイオード20の色度の測定値は前記平均値のまわりに $\sigma x = 0.015$ $\sigma y = 0.01$ ($N = 10K$) の分散をもって分布している。図3において、領域S2は前記の色度点c2のまわりに 3σ の範囲で分散した色度の領域を示す。次に、色度点c1は目標とする発光ダイオードの色度の座標を示し、 $x = 0.313$ $y = 0.308$ となっている。

又、点線で囲まれる領域S1は前記の目標とする色度点c1に対し $\sigma x = 0.005$ $\sigma y = 0.003$ の分散の色度の領域（ 3σ の範囲）を示す。

【0026】

今、今領域S2内で色度が分布する白色発光ダイオード20のうち、所望の領域S1に入るものを除いたものをピックアップし、(a) 青色寄りのもの、(b) 黄色寄りのもの、(c) 赤色寄りのもの、(d) 緑色寄りのものの4種類の色度のものに分類する。ここで、図4はこれらの色度の分類を示すために拡大された色度図である。次に分類に応じて、白色発光ダイオード20を対応する色（補色関係にある色）を染色する染色液体に浸漬することにより、白色発光ダイオード20（図2）の被覆部材7の表面からその近傍にかけて染色し、図1（b）に示すように発光ダイオード21の染色層11を形成する。

【0027】

以下に、上記の工程を、前記の色度の分類に対応して具体的に説明する。図4に示すように、(a) 青色寄りのものとして、色度座標が $x = 0.286$ $y = 0.281$ である 色度点c_bにある白色発光ダイオード20をナフトキノン系染料（黄系）100ppmをアルコール中に分散させた染料液体に15分浸漬・攪拌して染色して乾燥した。染色後の発光ダイオード21の色度を測定したところ、その色度座標は色度点c1すなわち、

$x = 0.313$ $y = 0.308$ と略一致した。ここで、色度点c_bおよび色度点c1にそれぞれ対応するスペクトルを図5（a）のH_yおよびH1に示

す。（これらのスペクトルにおいて、625 nmを中心とする部分がR成分、560 nmを中心とする部分がG成分、450 nmを中心とする部分がB成分となる。）

【0028】

このように色度が補正されるのは、上記の黄系の染料の染色により、図5（b）のスペクトルF_bに示すように、にフィルタ特性のR、G、Bの比率がR : G : B = 1 : 1 : 0.80 となる黄系の色フィルタが染色層11（図1）に形成され、これにより、R、G、Bの比率が R : B : G = 0.28 : 0.276 : 0.444（c_bに対応）の白色発光ダイオード20に対し減法混色の原理により、色度補正がなされ、R、G、Bの比率が

$$\begin{aligned} R : B : G &= 0.286 \times 1 : 0.281 \times 1 : 0.433 \times 0.80 \\ &= 0.313 : 0.308 : 0.379 \end{aligned}$$

となる色度点c₁の発光ダイオード21が得られたと考えられる。次に、前記の色度点c_rの近傍の領域S_r内に入る色度を有する白色発光ダイオード20を上記と同様の条件により黄系の染色を行うことにより、同様のフィルタ効果により、補正後の色度は大部分が図4の色度点c₁を囲む領域S₁に入ることが確認された。

【0029】

次に、白色発光ダイオード20の色度が前記の（b）黄色寄りのものの具体例として、図4に示す x = 0.328 y = 0.328 の色度点c_yを囲む領域S_yの色度のものがある。ここで、前記c_yに対応するスペクトルを図6（a）のH_yに示す。この場合、白色発光ダイオード20をアントラキノン系染料（青系）100 ppmをアルコール中に分散させた染料液体に10分浸漬・攪拌して染色して乾燥した。これにより、発光ダイオード21の染色層11としてスペクトルが図6（b）のF_yとなるフィルタ特性を有するものが形成され、そのフィルタ特性のR、G、Bの比率は

$$R : G : B = 0.866 : 0.853 : 1 \quad \text{となり、青系の色フィルタとなる。}$$

この色フィルタの色度補正の作用により、前記色度点c_yのもののR、G、Bの

比率（0.328：0.328：0.344）は補正され、補正後の発光ダイオード21は、

$$\begin{aligned} R : B : G &= 0.328 \times 0.866 : 0.328 \times 0.853 : 0.358 \times 1 \\ &= 0.313 : 0.308 : 0.379 \end{aligned}$$

となり、色度点 c_1 の色度に補正される。又、上記の黄色寄りの領域 S_y にあるものも同様にして色度が補正され、大部分が所望の色度領域 S_1 に入る。

【0030】

次に、白色発光ダイオード20の色度が前記の（c）赤色寄りのものの具体例として、図4に示す $x = 0.33$ $y = 0.30$ の色度点 c_r を囲む領域 S_r の色度のものがある。図7（a）の H_r は前記色度点 c_r に対応するスペクトルである。この場合、白色発光ダイオード20をナフトキノン系染料（黄系）50 ppm、アントラキノン系染料（青系）50 ppmをアルコール中に分散させた染料液体に5分浸漬・攪拌して染色して乾燥した。これにより、発光ダイオード21の染色層11としてフィルタ特性は、黄系のフィルタ特性と青系のフィルタ特性が加重されたものとなる。

【0031】

すなわち、例えば、黄系のフィルタ特性としては、図7（b）のスペクトル F_{r1} （点線）に示すように、R, G, Bの比率が

$$R_y : G_y : B_y = 0.923 : 1 : 0.85 \quad \text{であり、}$$

青系のフィルタ特性としては、図7（b）のスペクトル F_{r2} （鎖線）に示すようにR, G, Bの比率が

$R_b : G_b : B_b = 0.858 : 0.858 : 1$ であり、全体のフィルタ特性はこれらが減法混色により加重され、図7（b）のスペクトル F_r （実線）に示すようにR, G, Bの比率が、

$$\begin{aligned} R_f : G_f : B_f &= R_y \times R_b : G_y \times G_b : B_y \times B_b \\ &= 0.923 \times 0.858 : 0.858 : 0.85 = 0.792 : 0.858 : 0.85 \end{aligned}$$

になると考えられる。この場合、色度点 c_r の色度のR, G, Bの比率は（0.

33:0.30:0.37) は、前記比率 Rf:Gf:Bf の染色層 11 の色フィルタにより補正され、補正後の発光ダイオード 21 について、

$$R:G:B = 0.33 \times 0.792 : 0.30 \times 0.858 : 0.37 \times 0.85$$

$$= 0.314 : 0.309 : 0.377$$

となり、その色度座標は $x = 0.314$ $y = 0.309$ となり、目標値 c 1 の座標と略一致する。又、同様に、前記の領域 S_r (図 4) のものは染色層 11 の色度補正作用により、ほとんどが目標領域 S_1 に入る。染色後のものの色度の実測結果もこれとよく一致していた。

【0032】

次に、白色発光ダイオード 20 の色度が前記の (d) 緑色寄りのものの具体例として、図 4 の $x = 0.29$ $y = 0.315$ の色度点 c_g を囲む領域 S_g の色度のものがある。図 8 (a) の H_g は前記色度点 c_g に対応するスペクトルである。この場合、白色発光ダイオード 22 をモノアゾ系染料 (赤系) 70 pm をアルコール中に分散させた染料液体に 10 分浸漬・攪拌して染色して乾燥した。この結果、色度点が前記の c_g であったものは色度補正されて、色度が色度点 c_1 ($x = 0.313$ $y = 0.308$) と略一致し、色度が前記 S_g 内にあるものは、ほとんどが所定の目標範囲 S_1 に入る結果が測定された。これは、上記の赤系の染色により、色度補正後の発光ダイオード 21 の染色層 11 として、図 8 (b) の F_g のスペクトルに示すように、フィルタ特性の R、G、B の比率が

$R_r:G_r:B_r = 1:0.906:0.889$ の赤色系のものが形成され、これにより前記 c_g の色度の色度補正がなされ、R、G、B の比率が c_g における 0.29:0.315:0.395 から、色度補正後の発光ダイオード 21 では、

$$R:G:B = 0.29 \times 1 : 0.315 \times 0.906 : 0.395 \times 0.889$$

$$= 0.313 : 0.308 : 0.379$$

となったものと考えられる。

【0033】

このように、所望の色度範囲（S1）から外れた色度の白色発光ダイオードであっても、分類された色度のランクにそれぞれ対応した条件により、染料液体中で、被覆部材7の表面からその近傍にかけて染色（染色層11を形成）することにより、所望の色度範囲に入るように発光の色度を補正することができる。このことは、上記に例示したSb、Sy、Sr、Sg（図4）の範囲にあるものに限らず、従来の方法により製造された白色発光ダイオード20の色度のばらつきの範囲にあるすべてのものにつき、このような色度補正が可能である。すなわち、一般的に述べれば、補正前の白色発光ダイオード20の発光の色度のR、G、Bの比率が $R_2 : G_2 : B_2$ であり、所望の色度のR、G、Bの比率が $R_1 : G_1 : B_1$ である場合、染色によって得られる染色層11のフィルタ特性のR、G、Bの比率を $r : g : b$ としたとき、

$$R_2 \times r : G_2 \times g : B_2 \times b = R_1 : G_1 : B_1 \quad \dots \quad (1)$$

となる（1）式が満足されるように、前記フィルタ特性に係る $r : g : b$ を設定すれば所望の色度を得ることができる。そして、この染色層11のフィルタ特性のR、G、Bの比率 $r : g : b$ は染色の際の染料の種類（赤、黄、青等）および溶剤の選択、濃度、時間、温度を適切に選択、設定することにより、この染色層11のフィルタ特性のR、G、Bの比率 $r : g : b$ をほぼ自由に設定することができる。

【0034】

このようにして、従来の方法により、製造した白色ダイオード20（図2）の色度を測定して図4の領域S2内で、上記の領域Sb、Sy、Sr、Sgおよびこれら以外の複数のランク（又は色度領域）に分類し、各ランクごとにその色度に応じた条件で染色を行つて色度を補正した。このような染色後の発光ダイオード21（図1）の色度を測定したところ、補正後の色度座標は平均値が

$$x = 0.313 \quad y = 0.308 \quad \text{で、} \quad \sigma x = 0.005 \quad \sigma y = 0.003$$

となり、白色発光ダイオードとしての所望の色度の範囲（S1）に入れることができた。

【0035】

次に、本発明の第2実施形態として、図1に示す色度補正後の発光ダイオード21を用いたバックライトユニットにつき図面を用いて説明する。図9は本第2実施形態に係る液晶表示用のバックライトユニットの構成を示す図であり、(a)は斜視図、(b)は断面図である。図9において、40はバックライトユニットであり、21は上記の第1実施形態に係る色度補正後の発光ダイオード、22は導光板、23は拡散板、24はP_yプリズムシート、25はP_xプリズムシート、26は反射板、27はカラー表示用の透過型もしくは半透過型の液晶表示板であり、図示しないカラーフィルタを有している。導光板22は無色透明なプラスチック材等の透光部材よりなり板状で略直方体形状をしている。22a、22bはそれぞれ導光板22の上面および下面であり、上面22aは平滑な面であり、下面22bは後述する乱反射面となっている。22cは導光板22の入光側面である。

【0036】

2個の発光ダイオード21はLED基板21bに保持されて、導光板22の入光側面22cに対向する位置に配置され、導光板22の上方には拡散板23、P_yプリズムシート24、P_xプリズムシート25が順次重ねて配置される。反射シート26は導光板22の下面22bに対向、近接して配置される。発光ダイオード21の発光は導光板22の入光側面22cから入射し、導光板22の上面22aと下面22bの間で反射を繰り返しながらその内部を伝播し、その間に平滑な上面22aから(上方に)出射する。下面22bはシボ又は細かな凹凸を有する乱反射面となっており、光を種々の方向に拡散できるようになっている。反射板26は乱反射面である下面26bから外部に出ようとする光を反射させて内部に戻し、光の利用効率を上げる。

【0037】

導光板22の上面22aからの出射光は拡散板23に達し、ここで光の方向が中程度に絞りこまれる。更に、P_yプリズムシート24によりy方向の角度が絞りこまれ、P_xプリズムシート25によりx方向の角度が絞りこまれ、最終的には出射光を略z方向に揃える。このz方向に揃った光線が、図示しないカラーフィルタを有する透過型もしくは半透過型の液晶表示板(又は液晶パネル)27を

背後から照明する。なお、照明する面内の輝度の均一性を確保するために、上記下面22bに設けたシボ等の粗さ、凹凸の形状、密度を場所により変えたりする。このようにして、液晶を透過する光の状態を理想的なものとし、鮮明でSNの高い表示を可能とする。ここで、この照明光の色度は発光ダイオード21の色度と同じであり、すでに説明したように色度補正の結果、その色度座標は図4の色度点c1の座標 $x_1 = 0.313$ $y_1 = 0.308$ ($z_1 = 0.379$) 又はこれに近い座標となっている。

【0038】

ここで、前記の液晶表示板27は上記したように図示しないカラーフィルタを有しており、このカラーフィルタの透過率の色度はR、G、Bのバランスの若干のずれにより、図3の色度図の色度点d0(又はその近傍のSd内)の色度となっており、d0の座標は

$x_f = 0.352$ $y_f = 0.357$ ($z_f = 0.291$) となっている。このような、カラーフィルタを有する液晶表示板27に、前記の発光ダイオード21からの照明光が入射すると、液晶表示板27に対し白色表示の信号が加えられている場合(オンとなっているR、G、Bのそれぞれの画素数が等しい場合)には、液晶表示板27の表示色のR、G、Bの比率は、発光ダイオード21の色度(x_1 、 y_1 、 z_1)と、液晶表示板27のカラーフィルタの色度(x_f 、 y_f 、 z_f)とより、

$$\begin{aligned} R : G : B &= x_1 \times x_f : y_1 \times y_f : z_1 \times z_f \\ &= 0.313 \times 0.352 : 0.308 \times 0.352 : 0.379 \times 0.291 \\ &= 0.333 : 0.333 : 0.334 \end{aligned}$$

となり、液晶表示板27の表示色の色度座標は

$x = 0.333$ $y = 0.333$ ($z = 0.334$) となり、ほぼ完全な白色となる。

【0039】

また、液晶表示板27に対し、白色以外の表示色の信号が加えられた場合には、この信号に対応して、オンとなるR、G、Bの画素の比率が選択されることにより、色信号に忠実な色度の表示色が再現できる。このような、白色およびそれ

以外の表示色の忠実な再現性は、液晶表示板27の画面全体についてだけでなく、画面の細かい部分についても成立つ。このようにして、色表示の再現性のよいカラー画像の表示が可能となる。なお、液晶表示板が、カラーフィルタを有しない白黒表示用のものである場合には、白色発光ダイオードの発光の色が、文字表示等のバックグラウンドの色となるが、本実施形態の発光ダイオード21を用いた場合はこのバックグラウンドの色は色度点c1に対応する色すなわち、青みがかった白色となる。ただし、本発明はこれに限らず、後述する方法により、補正前の白色発光ダイオード20に対し目的に応じた染色をすることにより、色度補正後の発光ダイオード21の色度を適宜変化させることにより、前記の文字表示等のバックグラウンドの色合いをユーザーの好みにあわせて、設定することが可能である。

なお、本第2実施形態に係るバックライトユニット40においては発光ダイオード21が2個使用されているが、これらの発光ダイオード21の間の色度の差はすでに説明した $\sigma x = 0.005$ $\sigma y = 0.003$ に相応するばらつきの範囲に押さえられて極く僅かであるので、照明光の場所による色むらは実質的になくなる。このことは、これは発光ダイオード21が3個以上となった場合も同様である。

【0040】

以下に本発明の第3実施形態として、白色以外の色度の発光を目的とした発光ダイオードにつき説明する。なお、その構成自体は図1の発光ダイオード21に示される。また、その製造方法も、すでに説明したように従来の製造方法により製造した発光ダイオード20（図2参照）を染色液により染色して製造するものであるが、目標とする色度は白色からかなり離れたものも含む。その一例として、図3に示す色度点c2（ $x = 0.295$ $y = 0.29$ $(z = 0.415)$ ）の色度を有する従来の白色発光ダイオード20（図2）を用いて色度座標が図3において $x = 0.55$ $y = 0.35$ $(z = 0.1)$ である色度点c3の色度の発光ダイオード21を製造する方法につき説明する。（ここで、色度点c3は図3に示すように単色光軌跡STの赤色部分にかなり近い位置にある。）

【0041】

先ず、前記の色度点c2およびc3におけるR、G、Bの比率からすでに説明した(1)式を用いて発光ダイオード21の染色層11のフィルタ特性を計算する。すなわち、

$$R_2 \times r : G_2 \times g : B_2 \times b = R_1 : G_1 : B_1 \quad \dots \quad (1)$$

において、色度補正前の白色発光ダイオード20のR、G、Bの比率として

$$R_2 : G_2 : B_2 = 0.295 : 0.290 : 0.415 \quad (c_2 \text{に対応})$$

色度補正後の発光ダイオード21のR、G、Bの比率として

$$R_1 : G_1 : B_1 = 0.55 : 0.35 : 0.1 \quad (c_3 \text{に対応})$$

を適用し、(1)式よりフィルタ特性のR、G、Bの比率を求める

$r : g : b = 1 : 0.647 : 0.129$ となる。このフィルタ特性を図10(b)のスペクトルF2に示す。(念のために(1)式の数値計算をすると、

$$0.295 \times 1 : 0.290 \times 0.647 : 0.415 \times 0.129 \\ = 0.549 : 0.530 : 0.101 \text{ となる。})$$

【0042】

次に、前記染色層11の色フィルタ特性のR、G、Bの比率が上記のように $r : g : b = 1 : 0.647 : 0.129$ となるように、色度補正前の白色発光ダイオード20を赤系の染料と青系の染料を適切な割合と量でアルコール中に分散させた染色液体に充分で適切な時間、所定の温度において、浸漬・攪拌することにより、白色発光ダイオード20を染色して色度補正後の発光ダイオード21を製造した。このように、所望のフィルタ特性を得る染色の条件は、最初は試行をくりかえしつつ求めるのであるが、染色の条件が一旦設定されると、同一条件で染色を行うことにより、同一のフィルタ特性が得られ、これにより所望の色度の発光ダイオードをむらなく得ることができる。ここで、図10(a)のH2は色度補正前の白色発光ダイオード20の発光のスペクトル(図3のc1に対応)を示し、H3は上記の染色条件により染色された色度補正後の発光ダイオード21の発光のスペクトル(図3のc3に対応)を示す。H3のスペクトルに示すように、600nm付近の赤色の成分が他の色の成分に比して際立って大となり、彩度の高い赤系の色合いとなっている。すなわち、単色光に近い色合いとな

っている。

【0043】

本発明は、これに限らず、浸透性のある有機溶剤又は温水中に赤色系の染料、黄色系の染料、又は青色系の染料を適当な条件で、溶解又は分散させてなる染料液に、白色発光ダイオード（20）を浸漬・攪拌・乾燥して染色し、色フィルタ効果のR、G、Bの比率を適宜変えて不要な発光色成分を弱めることにより、図3に示す色度図における単色光軌跡STの内側のほとんどの領域において、発光の色度を選択的に設定することができる。すなわち、単色光軌跡STに近い部分においては、単色光の赤、黄、緑、青、紫等に近い色合いの発光色を得ることが可能であり、単色光軌跡からある程度離れた内側では、これらの単色光が加法混色されて中間的な色合いの発光色を得ることが可能となる。このようにして、染色の条件を適宜設定して、その条件により染色を行えば、あらゆる色相、色純度の発光ダイオードを発光色のばらつきのない状態で製造することができる。又、構造的に見れば、本発明の発光ダイオード21によれば図12に示す従来の発光ダイオード130のようにモールド樹脂（110）中に蛍光体（108）のほかに着色剤（109）を混練するという構造をとらず、着色剤をモールド樹脂に全く混練せず、白色発光ダイオード20を染色液で染色してなる構成としたため、あらゆる色相、色純度の発光ダイオードを発光色のばらつきのない状態で製造することが可能となったと言うことができる。

【0044】

以上に図面を用いて本発明に係る発光ダイオードの実施形態の説明をしてきたが、本発明は図1の発光ダイオード21の構成に限るものではなく、保護部材（7）中に少なくとも蛍光体（8）を含み、その表面からその近傍に染色による染色層（11）を有するものであれば、保護部材のモールド樹脂10に着色剤等他の物質が混練されていても、相当の色度範囲で、本発明による色度補正効果を有する。

【0045】

上記したような、白色を含む広い色度範囲にわたる色度の発光を目的とした本発明の発光ダイオードにおける染色による色度補正の他の利点として、選択され

る溶媒・染料およびその濃度・浸漬時間、温度等の染色条件を変えることにより、微妙な色度設定が可能となる点が挙げられる。

【0046】

【発明の効果】

以上に述べたように、本発明によれば、白色を含むあらゆる発光色の発光ダイオードを発光色のばらつきが少ない状態で製造でき、歩留まりの向上ができ、更には従来必用とされていた最終製品の色度分類による振り分け等の収率確保のための労力の労力削減が可能となる。又、発光ダイオードを複数個使用する照明装置のセット内での色ムラの低減ができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の発光ダイオードの構成を示す図である。

【図 2】

図 1 に示す発光ダイオードの製造に使用する色度補正前の白色発光ダイオードの構成を示す図である。

【図 3】

図 1 に示す発光ダイオード等の色度を示す色度図である。

【図 4】

図 3 に示す色度図の部分的な拡大図である。

【図 5】

図 2 に示す白色発光ダイオードの色度が青色寄りの場合における発光スペクトルおよび色度補正のための染色層の色フィルタスペクトルを示す図である。

【図 6】

図 2 に示す白色発光ダイオードの色度が黄色寄りの場合における発光スペクトルおよび色度補正のための染色層の色フィルタスペクトルを示す図である。

【図 7】

図 2 に示す白色発光ダイオードの色度が赤色寄りの場合における発光スペクトルおよび色度補正のための染色層の色フィルタスペクトルを示す図である。

【図8】

図2に示す白色発光ダイオードの色度が緑色寄りの場合における発光スペクトルおよび色度補正のための染色層の色フィルタスペクトルを示す図である。

【図9】

図1に示す発光ダイオードを使用したバックライトユニットの構成を示す図である。

【図10】

図1に示す発光ダイオードの色度が赤系の単色光に近い場合の発光のスペクトルおよび色度補正のための染色層の色フィルタスペクトルを示す図である。

【図11】

従来の白色発光ダイオードの構成を示す図である。

【図12】

広い色度範囲に対応する従来の発光ダイオードの構成を示す図である。

【図13】

図11に示す白色発光ダイオードを使用したバックライトユニットの構成を示す図である。

【図14】

図11に示す白色用発光ダイオードの発光の色度を示す図である。

【符号の説明】

- 1 素子基板
- 2 カソード用電極
- 3 アノード用電極
- 5 発光ダイオード素子
- 6 ボンディングワイヤー
- 7 被覆部材
- 8 萤光体
- 10 モールド樹脂
- 11 染色層
- 20 白色発光ダイオード

21 発光ダイオード

21b LED基板

22 導光板

22a 上面

22b 下面

22c 入光側面

23 拡散板

24 Py プリズムシート

25 Px プリズムシート

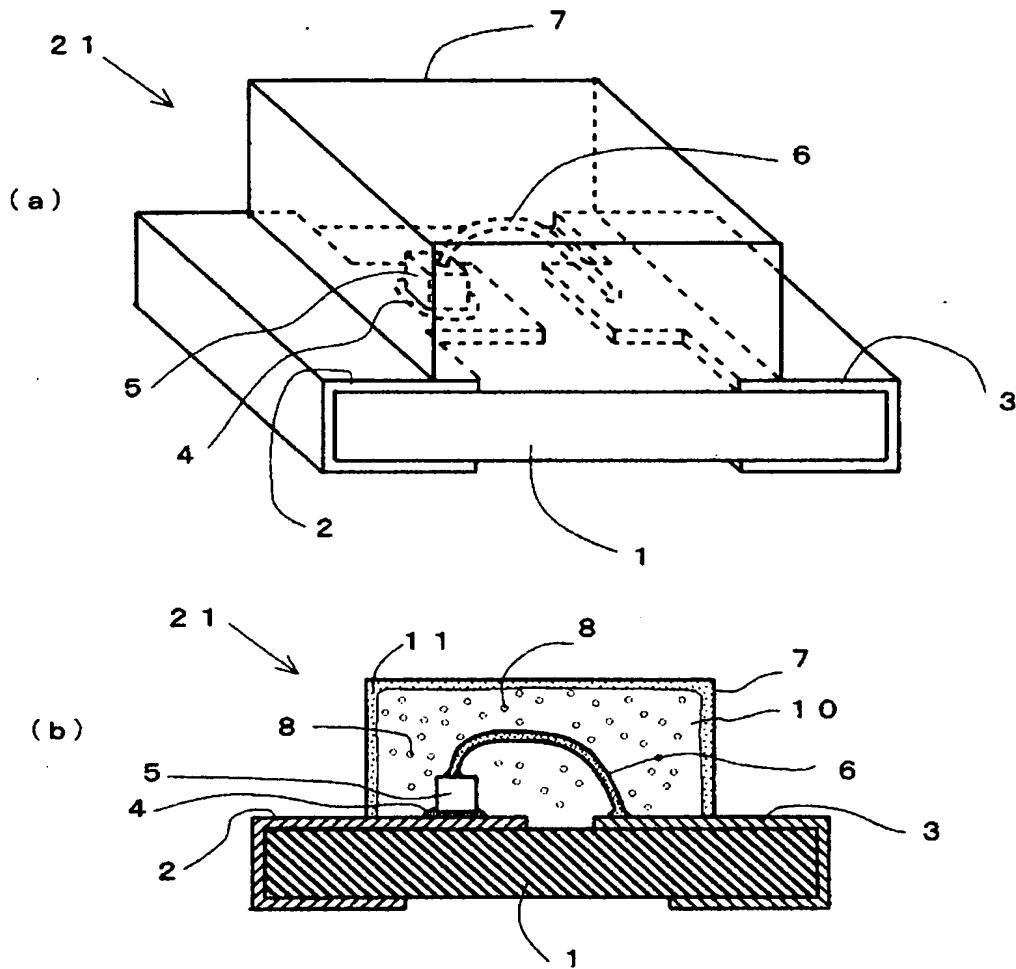
26 反射板

27 液晶表示板

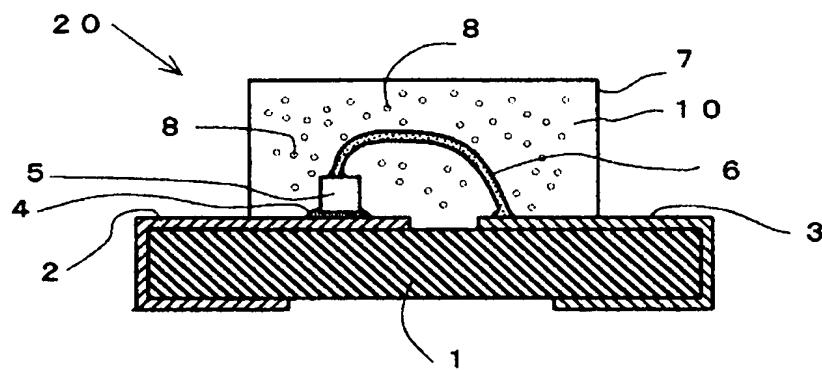
40 バックライトユニット

【書類名】 図面

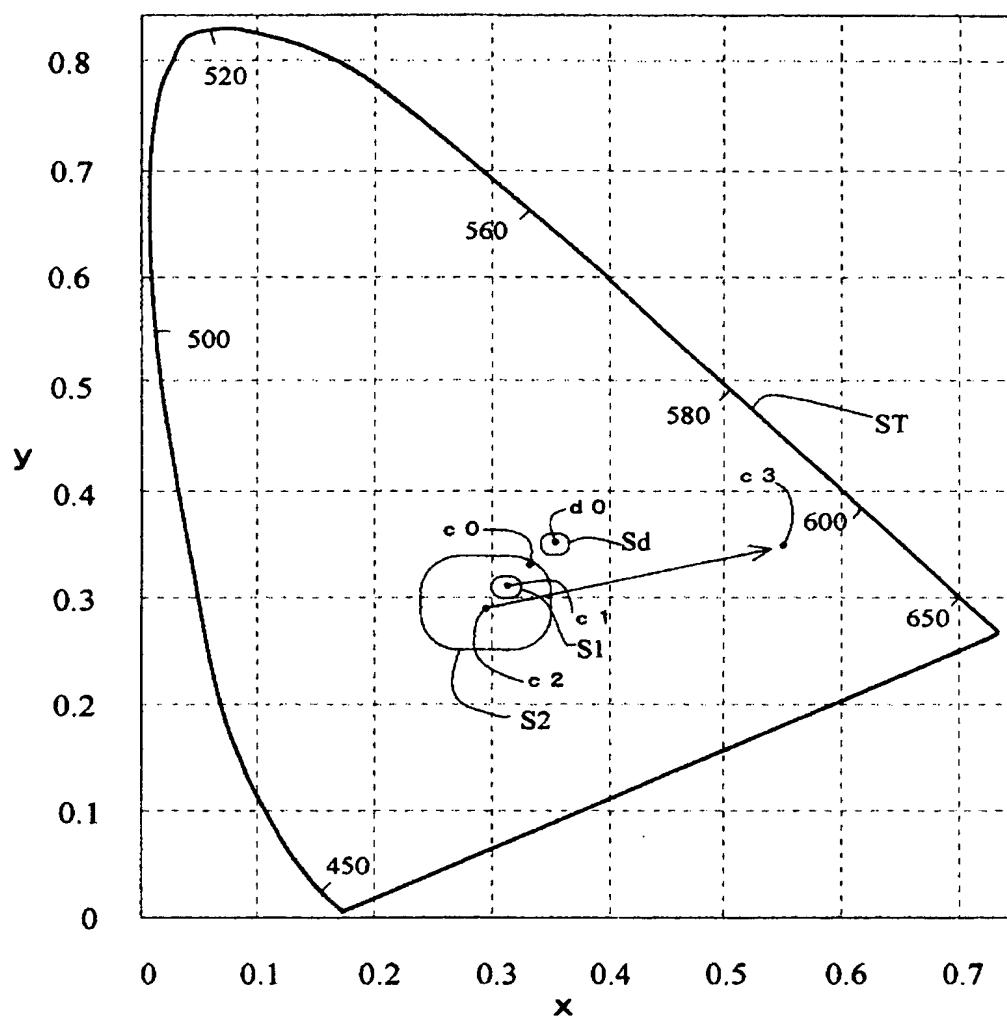
【図 1】



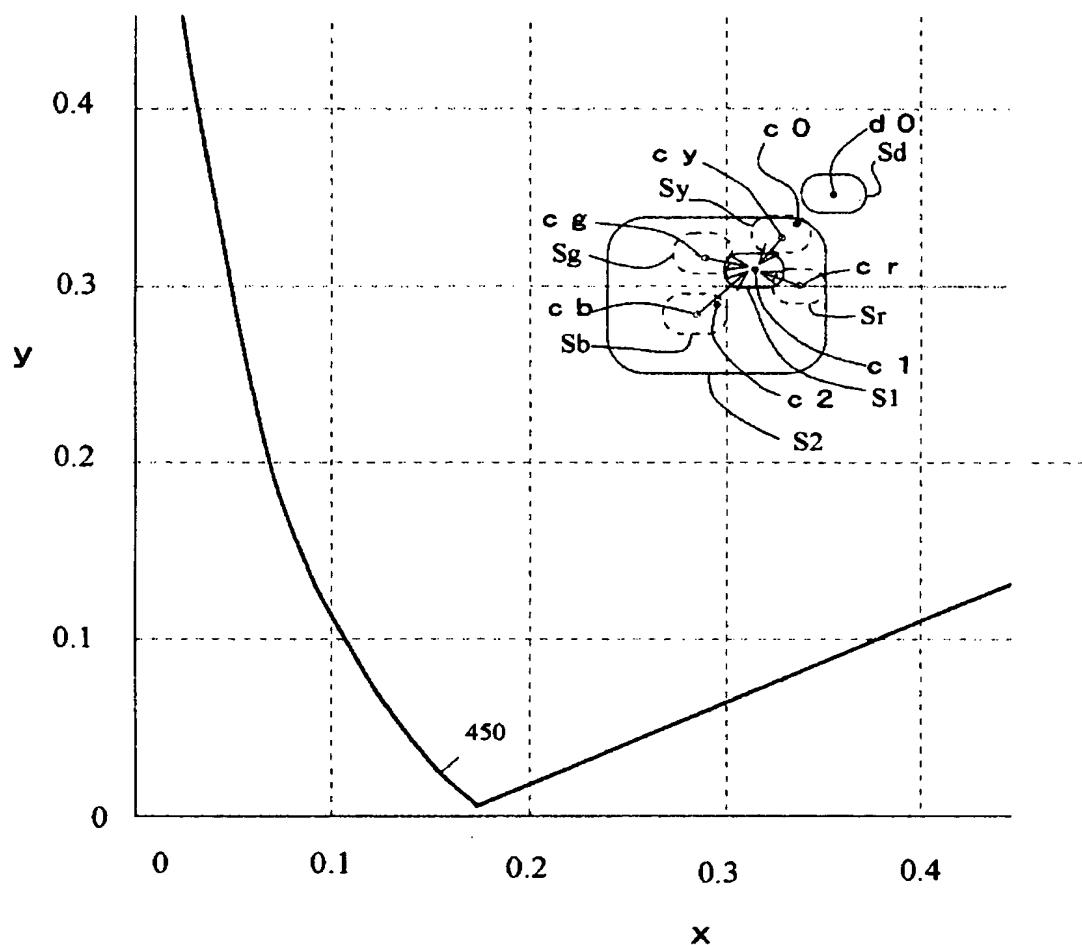
【図 2】



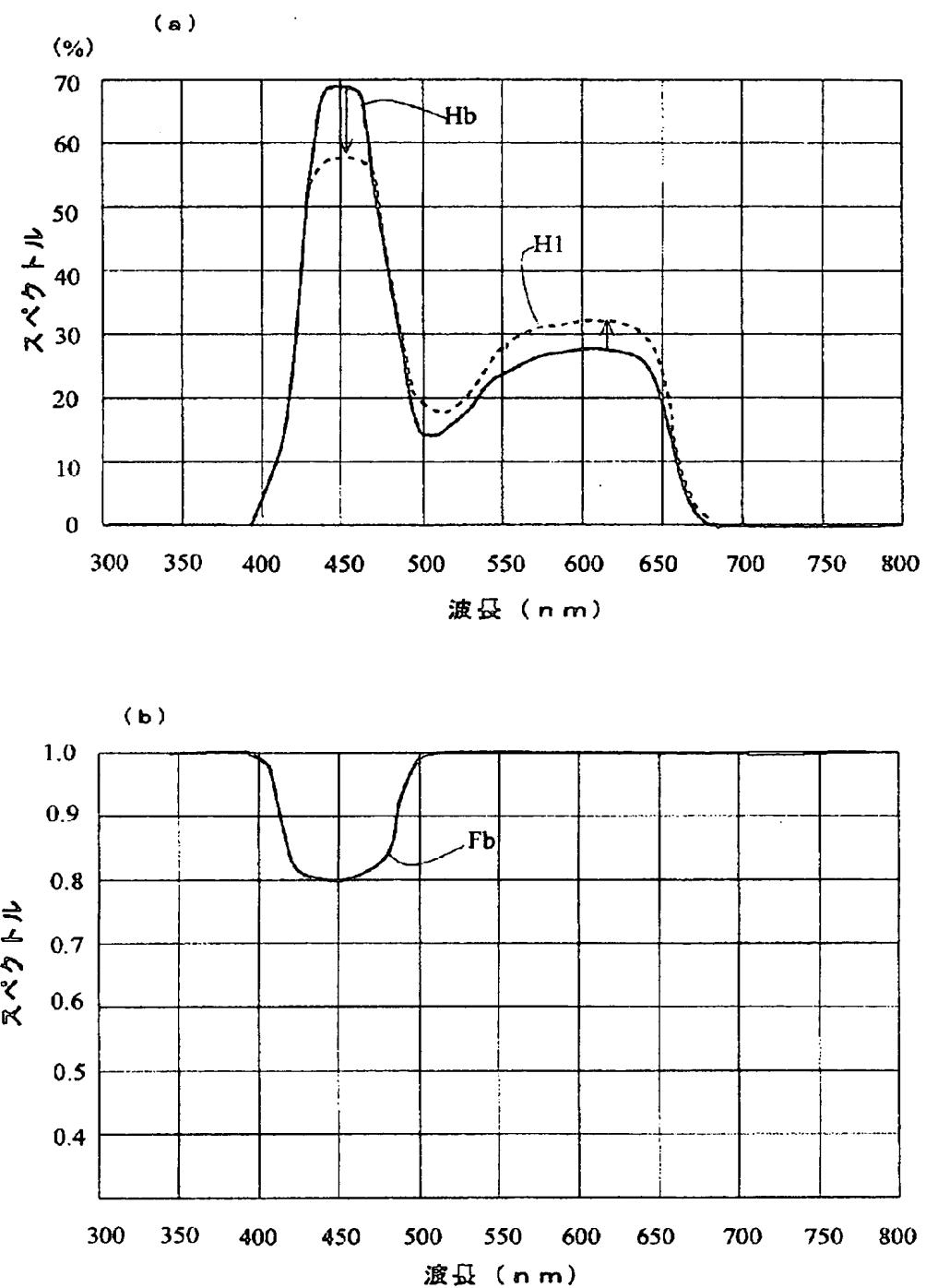
【図3】



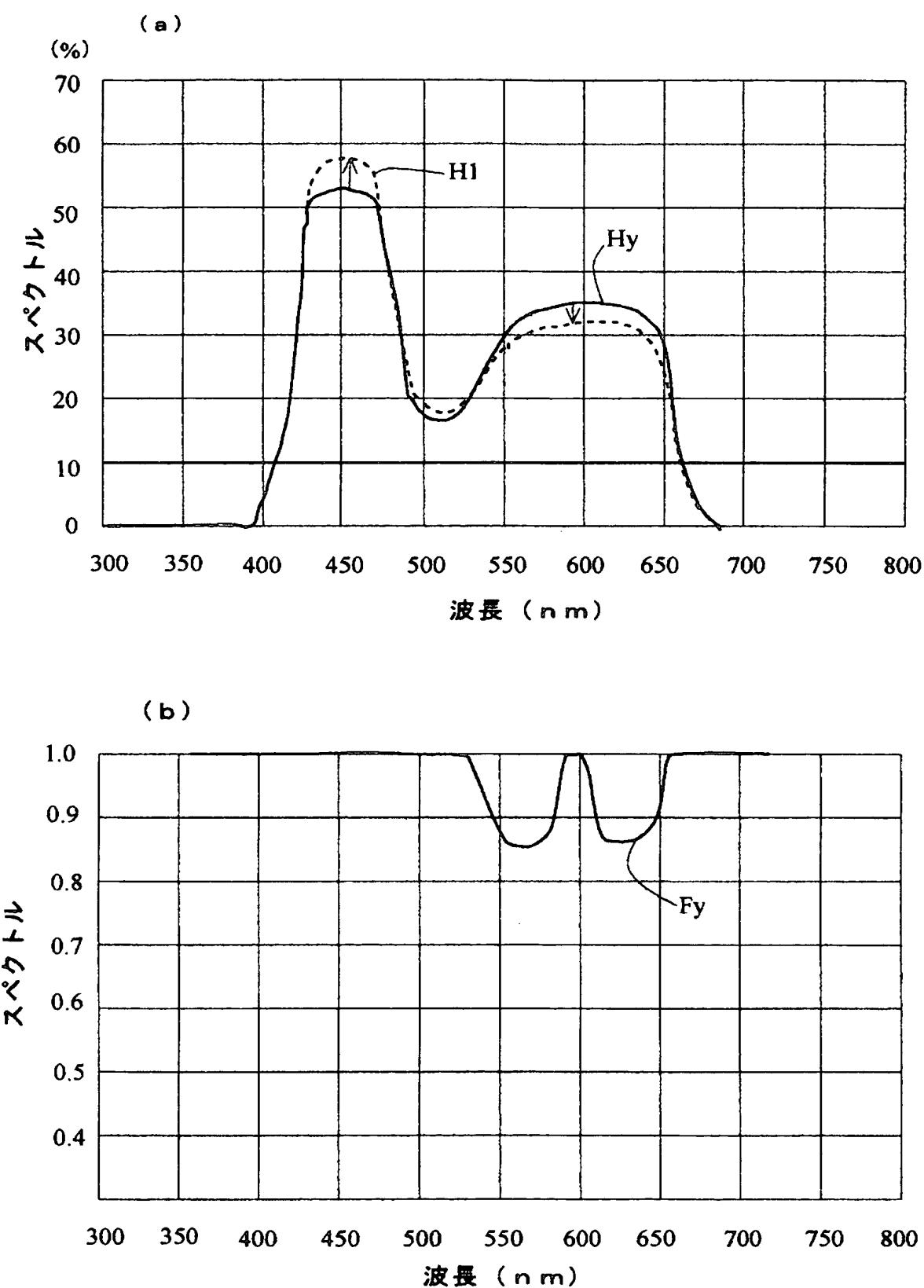
【図4】



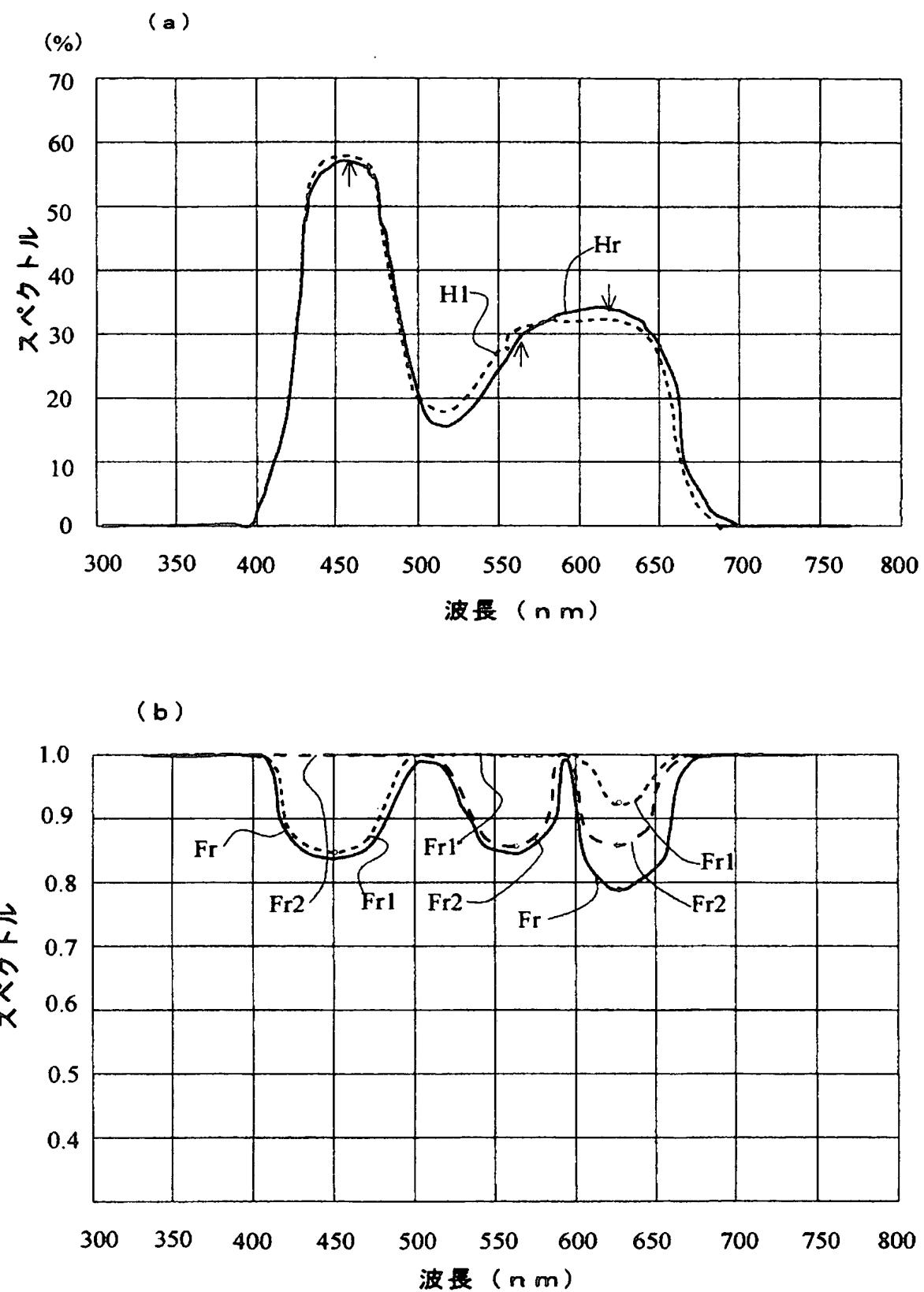
【図5】



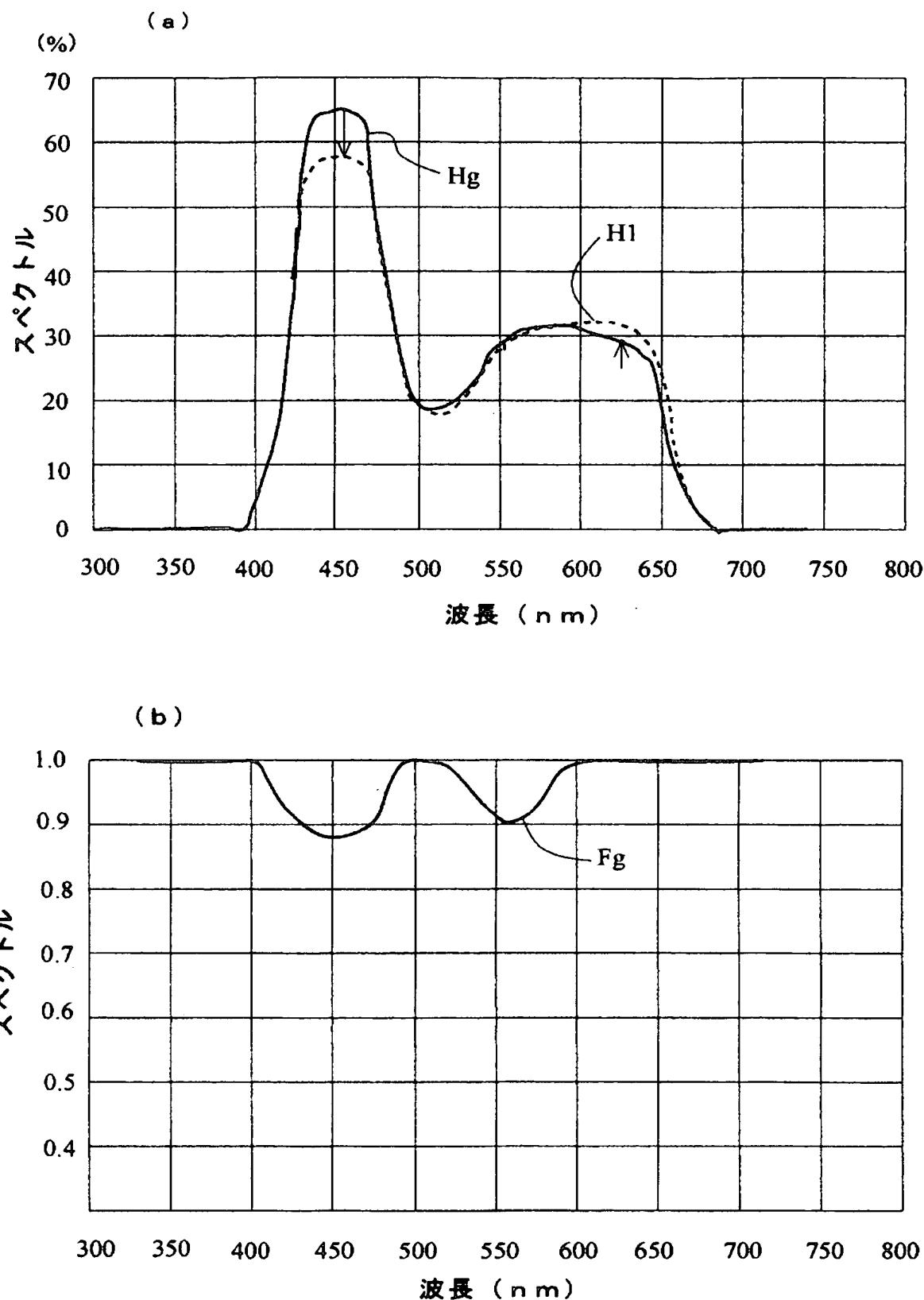
【図6】



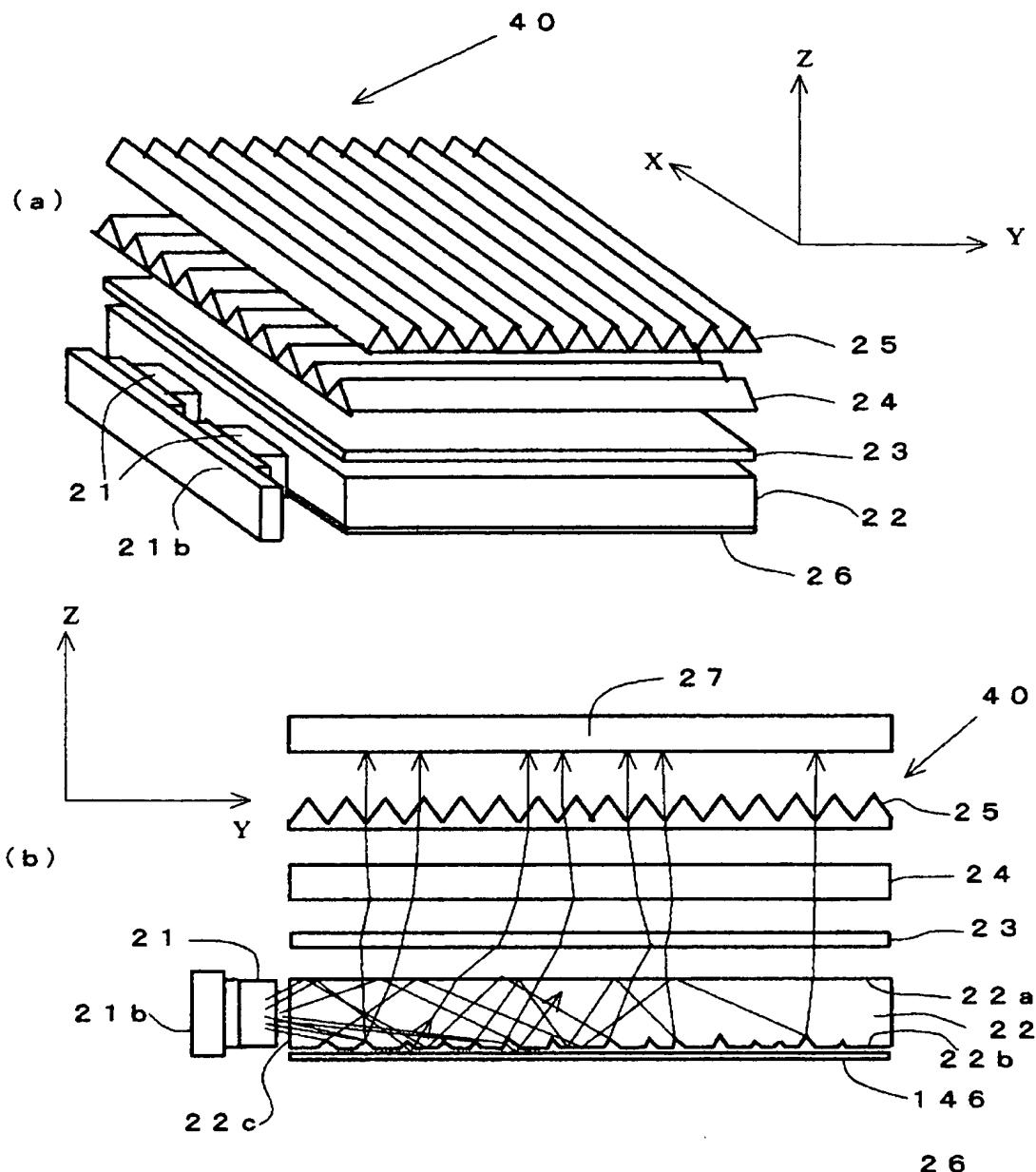
【図 7】



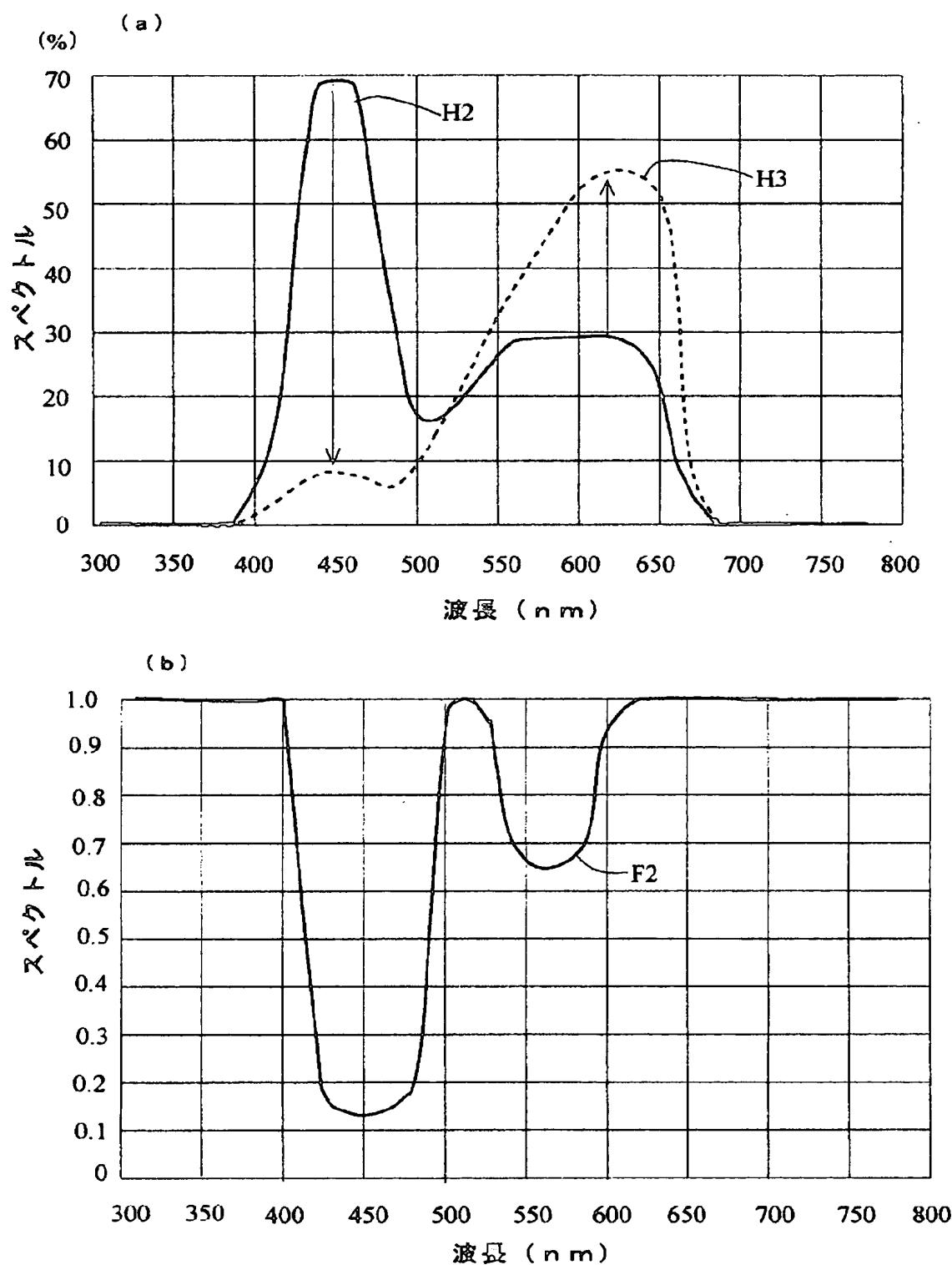
【図8】



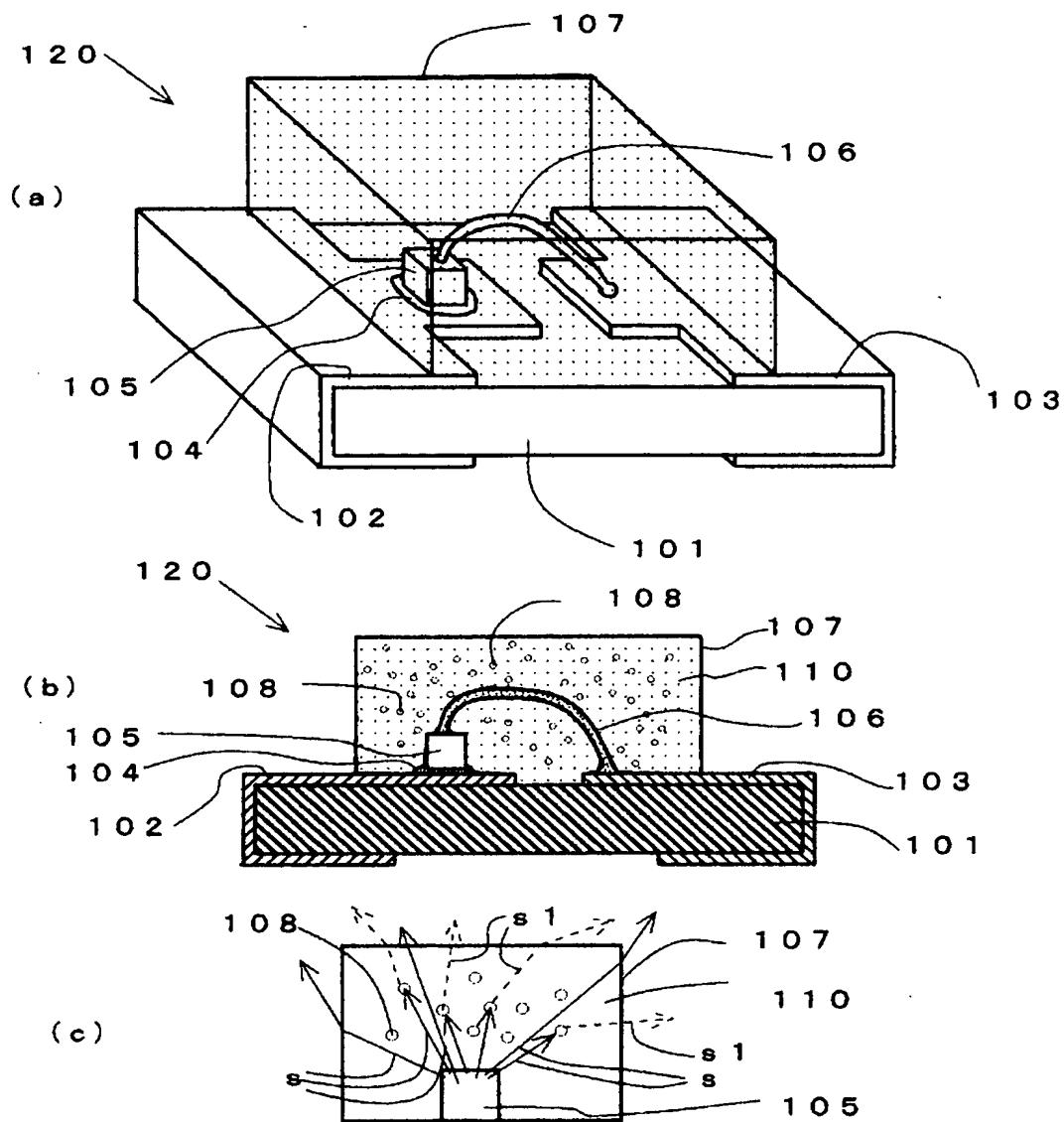
【図9】



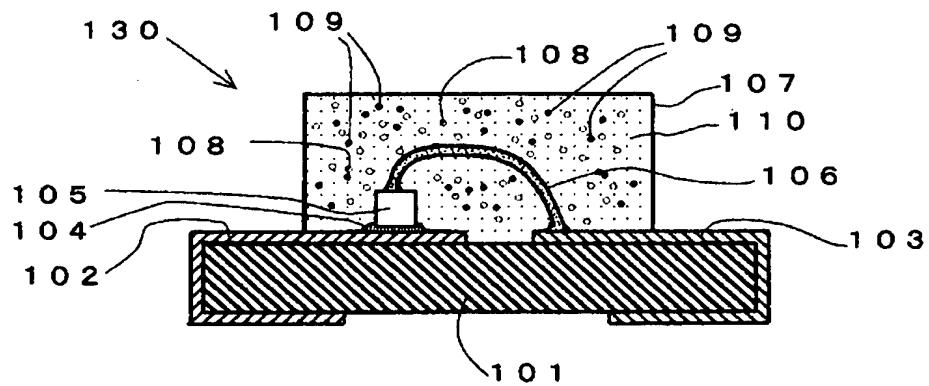
【図10】



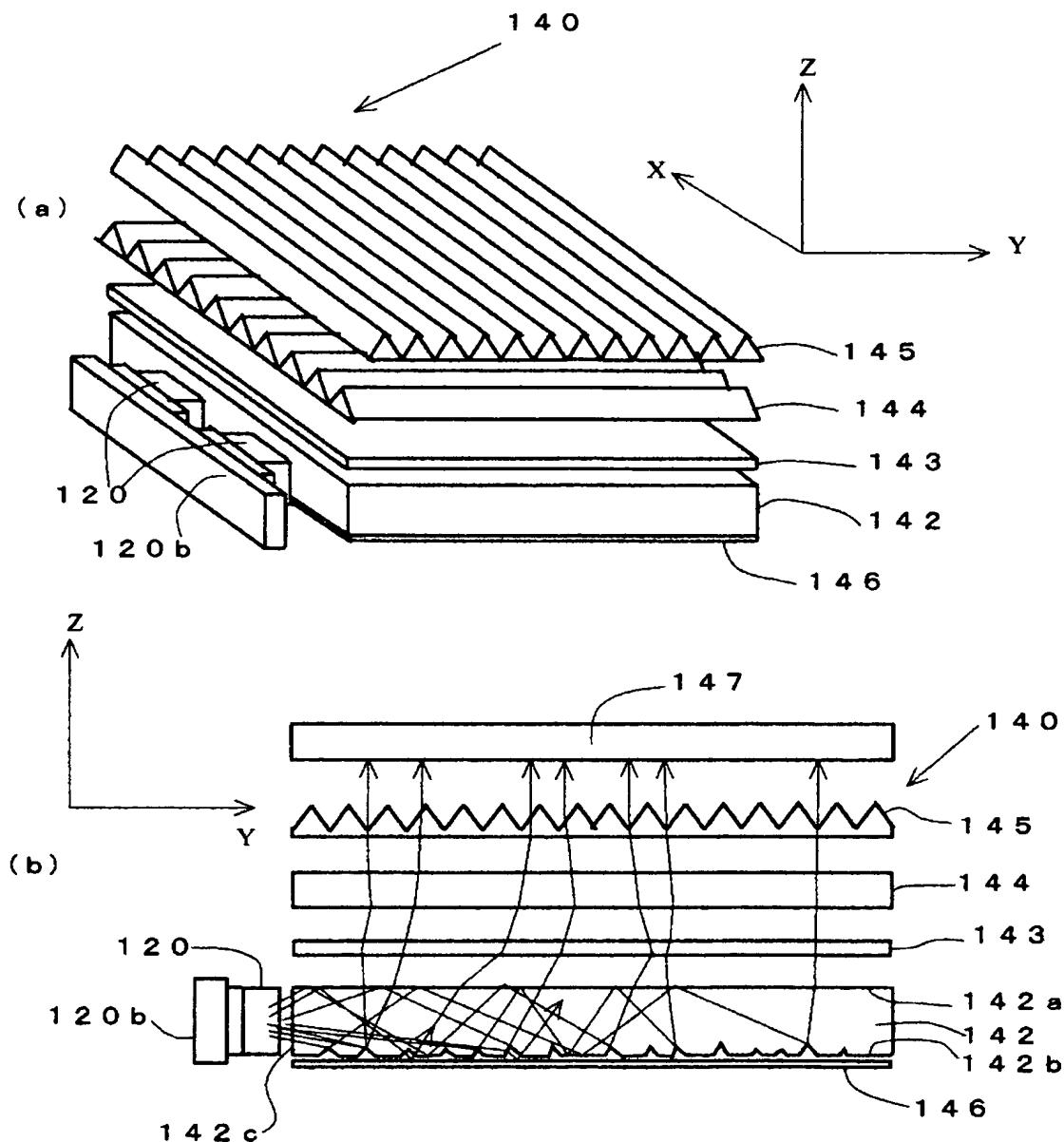
【図 1 1】



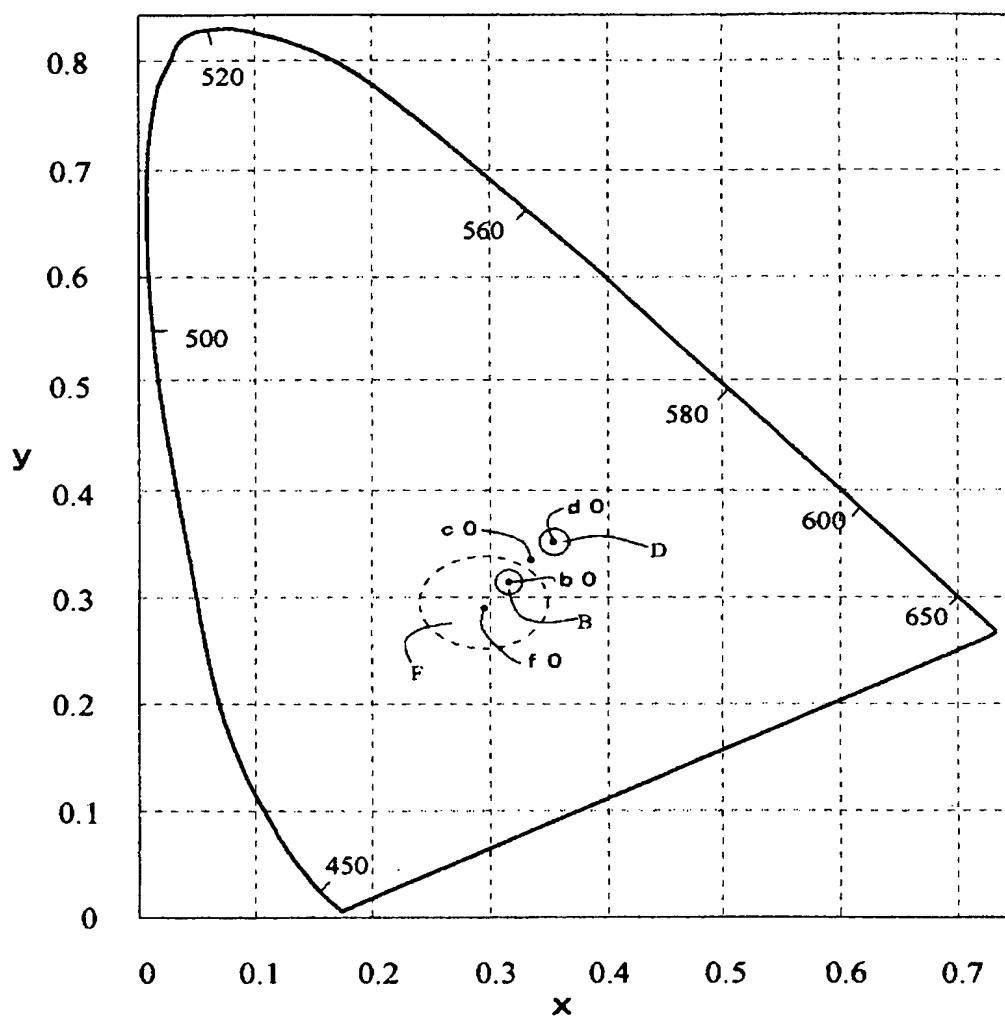
【図 1 2】



【図13】



【図14】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 従来の白色発光ダイオード等の発光ダイオードにおいて、その製品の色度のばらつきが大であるため、製品の歩留まりが低く、所望の色度のものを得ることが困難であるという問題を改善する。

【解決手段】 発光ダイオード素子 5 と、該発光ダイオード素子を被覆し少なくとも蛍光体 8 を含有する被覆部材 7 とを有する発光ダイオードの色度を分類した後、浸透性のある有機溶剤または温水中に染料を溶解または分散させてなる染料液に浸漬し、当該発光ダイオードを染色し、染色層 11 形成し、これにより不要な発光色成分を弱めることで、所望の色度に入るように色度補正された発光ダイオード 21 を形成する。

【選択図】 図 1

認定・付加情報

特許出願の番号 特願2002-249934
受付番号 50201283040
書類名 特許願
担当官 第五担当上席 0094
作成日 平成14年 8月30日

<認定情報・付加情報>

【提出日】 平成14年 8月29日

次頁無

出証特2003-3069703

特願 2002-249934

出願人履歴情報

識別番号 [000131430]

1. 変更年月日 1993年12月22日

[変更理由] 住所変更

住所 山梨県富士吉田市上暮地1丁目23番1号
氏名 株式会社シチズン電子